

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10/509430

REC'D 12 JUN 2003

PCT



PCTEP03/2998

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 31 275.3

Anmeldetag: 10. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Marconi Communications GmbH,
Backnang/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Übertragen von Information in
einem optischen Netzwerk und Knoten für ein
solches Netzwerk

IPC: H 04 B, H 04 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

10 **Verfahren zum Übertragen von Information in einem
optischen Netzwerk und Knoten für ein solches Netz-
werk**

Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Informationsübertragung in einem optischen Informationsübertragungssystem mit Wellenlängenmultiplex.
15 Genauer gesagt betrifft sie ein Verfahren zum störungssicheren Übertragen von Information in einem optischen Netzwerk mit mehreren Knoten sowie einen zur Durchführung eines solchen Verfahrens geeigneten Knoten.

20 Wellenlängenmultiplex-Informationsübertragungssysteme oder -netzwerke sind im allgemeinen aufgebaut aus einer Mehrzahl von Knoten und von die Knoten miteinander verbindenden Leitungen, als Fernleitungen bezeichnet, von denen jede in der Lage ist, eine Mehrzahl von Informationssignalen mit unterschiedlichen Trägerfrequenzen gleichzeitig zu übertragen. Die auf einer Fernleitung gleichzeitig übertragenen Informationssignale können von unterschiedlichen Sendern herrühren und/oder für unterschiedliche Empfänger bestimmt sein, die jeweils an
30 einen der Knoten angeschlossen sind.

Leitungen, die jeweils einen Sender/Empfänger direkt mit einem Knoten verbinden, werden hier zur Unterscheidung von den Fernleitungen auch als Abzweigleitungen bezeichnet.

5

Um die Informationssignale innerhalb des Netzwerks korrekt vom Sender zum Empfänger zu befördern, sind an den Knoten des Netzwerks Schaltstationen mit mehreren Eingangs- und Ausgangsanschlüssen zum Verbinden mit Fernleitungen oder mit Abzweigleitungen vorgesehen, die in der Lage sind, einen an einem ihrer mit einer Fernleitung verbundenen Eingangsanschlüsse eintreffenden optischen Signalmultiplex in einzelne Signale mit jeweils einer Trägerwellenlänge zu zerlegen, für jedes dieser Signale festzulegen, an welchem der mehreren Ausgangsanschlüsse der Schaltstation es ausgegeben werden muss, und die an jedem mit einer Fernleitung verbundenen Ausgangsanschluss auszugebenden Signale, wieder zu einem Wellenlängenmultiplex zusammengefügt, auszugeben. Zu diesem Zweck umfasst eine wellenlängenselektive optische Schaltstation im allgemeinen an jedem mit einer Fernleitung verbindbaren Eingangsanschluss einen Eingangs-Demultiplexer, der die Informationssignale, die auf der Fernleitung im Wellenlängenmultiplex mit unterschiedlichen Trägerwellenlängen einander überlagert sind, von einander trennt, für jede Wellenlänge des Multiplex eine optische Schaltmatrix, die von jedem Eingangs-Demultiplexer das dort eingetroffene Informationssignal mit der der Schaltmatrix zugeordneten Wellenlänge empfängt, sowie zu jedem mit einer Fernleitung verbindbaren Ausgangsanschluss einen Ausgangs-Multiplexer, der die von den Schaltmatrizen empfangenen, monochroma-

10

15

20

25

30

tischen Nachrichtensignale wieder zu einem Wellenlängenmultiplex zum Weiterübertragen auf der Fernleitung zusammenfügt.

- 5 Um eine weitestmögliche Störungsfreiheit der Informationsübertragung in einem solchen Netzwerk zu erreichen, müssen störungsgefährdete Teile des Netzwerks möglichst weitgehend redundant sein. Eine Möglichkeit, Redundanz zu schaffen, ist in Fig. 1
- 10 schematisch dargestellt. Die Fig. zeigt stark schematisiert ein Übertragungsnetzwerk mit durch Fernleitungen 5 verbundenen Knoten 1, 2, 3, 4. Ein zu übertragendes Informationssignal wird über eine Abzweigleitung 6 am Startknoten 1 zweifach eingespeist, einmal als so genanntes Arbeitssignal, dargestellt als durchgezogener Pfeil und einmal als sogenanntes Schutzsignal, dargestellt als gestrichelter Pfeil. Der Startknoten 1 leitet die zwei Signale zum Zielknoten 3 auf unterschiedlichen Wegen, das Arbeitssignal über den Knoten 2 und das Schutzsignal über den Knoten 4. Wenn am Knoten 2 oder den Leitungen, die diesen Knoten mit den Knoten 1 oder 3 verbinden, eine Störung auftritt und das Arbeitssignal am Zielknoten 3 deshalb nicht
- 20 korrekt eintrifft, so steht als Ersatz das Schutzsignal zur Verfügung. Wenn somit am Knoten 3 oder an einem an den Knoten 3 angeschlossenen (nicht dargestellten) Empfänger festgestellt wird, dass das Arbeitssignal gestört ist, so kann mit geringer
- 25 Verzögerung auf den Empfang des Schutzsignals gewechselt werden.
- 30

Störungen am Start- oder Zielknoten 1, 3 selbst können Arbeits- und Schutzsignal gleichzeitig be-

einträchtigen. Derartige Störungen können in der oben beschriebenen Weise nicht abgefangen werden.

Um auch Start- und Zielknoten störungsfest zu machen, ist es bei elektrischen Schaltstationen gängige Praxis, jeweils eine Arbeits-Schaltmatrix und eine redundante Schutz-Schaltmatrix einzubauen, von denen jeweils die eine das Arbeitssignal und die andere das Schutzsignal vermittelt. So kann im Falle einer Störung der Arbeits-Schaltmatrix die Schutz-Schaltmatrix deren Funktion übernehmen.

Fig. 2 zeigt die Übertragung dieses Prinzips auf eine wellenlängenselektive optische Schaltstation. Die Schaltstation, die Teil eines Netzknotens wie etwa 1 oder 3 in Fig. 1 ist, hat eine Mehrzahl von Eingangsanschlüssen - gezeigt sind hier zwei Eingangsanschlüsse I1, I2 - zum Empfangen von Multiplexsignalen über jeweils eine Fernleitung von einem anderen Netzknoten und eine entsprechende Mehrzahl von Ausgangsanschlüssen O1, O2 zum Senden von Multiplexsignalen an diese. An jeden Eingangsanschluss I1, I2 ist ein Demultiplexer D1, D2 mit N Ausgängen angeschlossen, wobei N der Zahl der Wellenlängen des Multiplex entspricht. Jeder dieser Wellenlängen $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ ist eine optische Arbeits-Schaltmatrix und eine optische Schutz-Schaltmatrix zugeordnet, wobei in der Fig. nur die der Wellenlänge λ_1 zugeordneten Matrizen AS1 und SS1 gezeigt sind.

An jeden Ausgang der Demultiplexer D1, D2 ist ein Leistungsteiler T angeschlossen, der ein an dem Ausgang ausgegebenes Informationssignal auf einen

Eingang der Arbeits-Schaltmatrix AS1 und einen Eingang der Schutz-Schaltmatrix SS1 verteilt. An Eingangsanschlüssen ADI1, ADI2 für Abzweigleitungen der Schaltstation lokal eingespeiste Informations-
5 signale werden ebenfalls durch Leistungsteiler T auf beide Schaltmatrizen AS1, SS1 verteilt. Die Ausgänge der Arbeits- und Hilfsschaltmatrix AS1, SS1 sind jeweils paarweise mit Monitoren MON und über diese mit hoch zuverlässigen Schaltern SW verbunden. Die Monitore MON dienen zum Überwachen der
10 an ihnen von der Arbeits-Schaltmatrix AS1 bzw. der Schutz-Schaltmatrix eintreffenden Informations-signale. Wenn die Überwachung keine Störung erkennen lässt, steuert jeder Monitor MON den zugeordneten
15 Schalter SW so an, dass dieser das von der Arbeits-Schaltmatrix AS1 kommende Arbeitssignal durchlässt; wenn der Monitor eine Störung dieses Signals erkennt, steuert er den Schalter SW so an, dass das von der Schutz-Schaltmatrix kommende
20 Schutzsignal durchgelassen wird. Eine erste Gruppe der Schalter SW ist mit Eingängen von Multiplexern M1, M2 verbunden, die die an ihren Eingängen eintreffenden Signale zu einem Wellenlängenmultiplex kombinieren und am Ausgangsanschluss O1, O2 der
25 Schaltstation ausgeben. Eine zweite Gruppe der Schalter SW ist mit Ausgangsanschlüssen ADO1, ADO2 für Abzweigleitungen verbunden.

Durch die Schutz-Schaltmatrix SS1 ist sichergestellt, dass auch im Falle einer Störung der Arbeits-Schaltmatrix AS1 Informationssignale an den
30 Abzweigleistungsanschlüssen der Schaltstation eingespeist bzw. abgegriffen werden kann.

Diese Lösung ist jedoch aus mehreren Gründen nicht vollauf befriedigend. Zum einen sind optische Schaltmatrizen relativ teuer. D.h. bei einer optischen Schaltstation ist der Anteil der Schaltmatrizen an den Gesamtkosten des Geräts wesentlich höher als bei einer elektrischen Schaltstation; eine Schaltstation wie in Fig. 2 gezeigt ist daher unverhältnismäßig teuer. Außerdem ergeben sich durch die Leistungsteiler Einfügungsverluste, die dazu führen, dass in einem Übertragungsnetzwerk, das Schaltstationen der in Fig. 2 gezeigten Art verwendet, die übertragenen Informationsssignale häufiger nachverstärkt werden müssen als in einem Netzwerk, dessen Schaltstationen keine redundanten Schaltmatrizen enthalten.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, ein Verfahren zum Übertragen von Information in einem optischen Netzwerk und einen Knoten für ein solches Netzwerk anzugeben, die einen hohen Grad von Störungssicherheit bei niedrigen Kosten erreichen.

Eine zweite Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren zum Übertragen von Information in einem optischen Netzwerk und einen Knoten für ein solches Netzwerk anzugeben, die einen hohen Grad von Störungssicherheit bei niedrigen Einfügungsverlusten erreichen.

In einem optischen Netzwerk mit einer Mehrzahl von Knoten, die jeweils eine wellenlängenselektive optische Schaltstation mit einer Mehrzahl von Schaltmatrizen enthalten und in dem jede Schaltmatrix zum

Schalten von optischen Informationssignalen einer für die Schaltmatrix spezifischen Wellenlänge vorgesehen ist, wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren mit den Schritten:

5

- Anlegen von Informationssignalen mit gleichem Informationsinhalt aber unterschiedlichen Wellenlängen an jeweils einen Eingang von für die Wellenlänge vorgesehenen Schaltmatrizen der Schaltstation eines Start-Knotens,

10

- Übertragen der Informationssignale an die Schaltstation eines Ziel-Knotens über eine Verbindung zwischen den Knoten und

15

- Abgreifen der Informationssignale an Ausgängen verschiedener, für verschiedene Wellenlängen vorgesehener Schaltmatrizen der Schaltstation des Ziel-Knotens.

20

Dieses Verfahren erreicht eine Redundanz der optischen Schaltmatrizen an den Schaltstationen von Start- und Ziel-Knoten nicht durch eine kostspielige Verdoppelung der Schaltmatrizen, sondern durch Wellenlängendiversität zwischen den zwei Informationssignalen mit gleichem Informationsgehalt, d.h. dem Arbeits- und dem Schutzsignal. Indem diese in die Start-Schaltstation mit unterschiedlichen Wellenlängen eingespeist werden, ist sichergestellt, dass sie über verschiedene Schaltmatrizen vermittelt werden, so dass der Ausfall einer einzelnen Schaltmatrix nicht zu einer Unterbrechung beider Signale führen kann.

30

Analoges gilt für die Ziel-Schaltstation. Indem hier Arbeits- und Schutzsignal mit unterschiedlichen Wellenlängen eintreffen, ist sichergestellt, dass sie von verschiedenen Schaltmatrizen vermittelt werden, so dass auch hier der Ausfall einer einzelnen Schaltmatrix den Informationsfluss nicht blockiert.

Was den Durchgangs-Informationsverkehr an einem Knoten angeht, also diejenigen Informationssignale, die an dem betrachteten Knoten von einem zweiten Knoten her eintreffen und zu einem dritten weitergeleitet werden, ergeben sich ebenfalls keine Probleme. Wenn man annimmt, dass ein Paar von zusammengehörigen Arbeits- und Schutzsignalen über den gleichen Knoten geführt ist, so laufen die Signale aufgrund ihrer unterschiedlichen Wellenlängen durch verschiedene Schaltmatrizen. Vorzugsweise aber wird man dafür Sorge tragen, dass zusammengehörige Arbeits- und Schutzsignale zwischen Start- und Ziel-Knoten auf unterschiedlichen Wegen befördert werden, da nur auf diese Weise eine tiefgreifende Störung wie etwa eine Leitungsunterbrechung zwischen zwei Knoten abgefangen werden kann.

Bei einer einfachen Ausgestaltung des Verfahrens kann vorgesehen werden, dass Arbeits- und Schutzsignal bei der Übertragung zwischen Start- und Ziel-Schaltstation ihre Wellenlänge beibehalten. Dies vereinfacht die Verwaltung der Vielzahl von in einem optischen Informationsübertragungsnetzwerk gleichzeitig übertragbaren Informationssignalen, hat aber den Nachteil, dass eine relativ hohe Gefahr besteht, dass ein Informationssignal nicht

vermittelt werden kann, weil an einem der Knoten, die es auf dem Weg vom Sender zum Empfänger durchläuft, kein zum nächstfolgenden Knoten führender Kanal mit der Wellenlänge des Informationssignals
5 frei ist.

Um dieses Problem zu vermeiden, ist es wünschenswert, die Wellenlänge eines Informationssignals beim Durchgang durch einen Knoten ändern zu können,
10 um es auf einer zum nächsten auf seinem Weg liegenden Knoten führenden Leitung mit einer beliebigen Wellenlänge weiterleiten zu können, die auf dieser Leitung gerade verfügbar ist.

15 Wenn eine solche Veränderung der Wellenlänge von den einzelnen Knoten des Netzwerks an jedem sie durchlaufenden Informationssignal autonom, allein nach dem Gesichtspunkt der Verfügbarkeit von Wellenlängenkanälen auf der Leitung zum gewünschten
20 nächsten Knoten, vorgenommen wird, kann der Fall auftreten, dass Arbeits- und Schutzsignal mit gleichen Wellenlängen am Ziel-Knoten eintreffen. Dies würde dazu führen, dass beide Signale am Ziel-Knoten von der gleichen, dieser Wellenlänge zugeordneten Schaltmatrix vermittelt werden. In diesem
25 Falle wäre an der Ziel-Schaltstation somit keine Redundanz der Schaltmatrix gegeben. Dieses Risiko kann als tragbar hingenommen werden, da die Wahrscheinlichkeit, dass Arbeits- und Schutzsignal mit
30 gleicher Wellenlänge eintreffen, gleich $1/N$ ist, wobei N die Zahl der in dem Netzwerk im Multiplex übertragbaren Wellenlängen ist. D.h., je größer diese Zahl N ist, um so geringer ist das Risiko.

Um das Risiko des Eintreffens von Arbeits- und Schutzsignal mit gleicher Wellenlänge am Zielknoten völlig auszuschließen, sind mehrere Ansätze denkbar. Der einfachste ist, die N in dem Netzwerk übertragbaren Wellenlängen in mehrere Gruppen -
5 zwei Gruppen, wenn zu jedem Arbeitssignal ein Schutzsignal übertragen wird, drei oder mehr Gruppen, wenn zwei oder mehr Schutzsignale übertragen werden - zu unterteilen, wobei jede Wellenlänge nur
10 einer Gruppe angehören darf, und die Wellenlängen der an die Eingänge der Start-Schaltstation angelegten zusammengehörigen Arbeits- und Schutzsignale jeweils aus verschiedenen dieser Gruppen zu wählen. Bei einer späteren Frequenzänderung an einem inter-
15 mediären Knoten ist jede Änderung zwischen zwei Wellenlängen erlaubt, die einer gleichen Gruppe angehören. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass die Wellenlängen von Arbeits- und Schutzsignalen stets unterschiedlich sind, ohne dass eine Koordi-
20 nation zwischen den einzelnen Knoten hinsichtlich der zu verwendenden Wellenlängen erforderlich ist.

Eine andere Möglichkeit, übereinstimmende Wellenlängen von Arbeits- und Schutzsignal am Zielknoten
25 zu vermeiden, ist eine zentralisierte Leitweglenkung. Wenn eine gemeinsame Instanz eingesetzt wird, um die Leitwege von Arbeits- und Schutzsignal festzulegen, so kann diese ohne Schwierigkeiten auf dem letzten Abschnitt der Signalwege, zwischen der
30 letzten intermediären Schaltstation und der Ziel-Schaltstation, dafür sorgen, dass Arbeits- und Schutzsignal mit verschiedenen Wellenlängen übertragen werden, wohingegen auf allen vorhergehenden Abschnitten die Übertragungswellenlängen der Signa-

le aus allen Wellenlängen ohne Rücksicht auf die Wellenlänge des jeweils anderen Signals ausgewählt werden kann.

- 5 Die Aufgabe wird ferner gelöst durch einen Knoten für ein optisches Netzwerk mit einer wellenlängen-selektiven optischen Schaltstation, die eine Mehrzahl von Anschlüssen für optische Wellenlängenmultiplexverbindungen und eine Mehrzahl von Schaltmatrizen umfasst, von denen jede zum Schalten von optischen Informationssignalen einer für die Schaltmatrix spezifischen Wellenlänge vorgesehen ist und eine Mehrzahl von Anschlüssen für Abzweig-Datenverkehr aufweist, der gekennzeichnet ist durch
- 10 einen Signalteiler zum Verteilen eines eintreffenden Abzweig-Informationssignals auf Eingangsanschlüsse für Abzweig-Datenverkehr von für verschiedene Wellenlängen vorgesehenen Schaltmatrizen. Diesem Knoten kann das eintreffende Abzweig-
- 15 Informationssignal in nichtredundanter Form zugeführt werden; die Aufteilung auf Arbeits- und Schutzsignale mit unterschiedlichen Wellenlängen findet im Knoten selbst statt.
- 20
- 25 Komplementär hierzu ist ein als Zielknoten geeigneter Knoten gekennzeichnet durch einen Selektor zum Auswählen eines von dem Knoten an einen Empfänger auszugebenden Abzweig-Informationssignals unter Ausgangsanschlüssen für Abzweig-Datenverkehr von
- 30 für verschiedene Wellenlängen vorgesehenen Schaltmatrizen des Knotens.

Signalteiler und Selektoren dieser Knoten können sowohl optischer als auch elektrischer Art sein.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

- Fig. 1 ein stark schematisiertes Übertragungsnetzwerk;
- 10 Fig. 2, bereits behandelt, ein Beispiel einer optischen Schaltstation mit verdoppelten Schaltmatrizen;
- 15 Fig. 3 eine wellenlängenselektive optische Schaltstation zur Verwendung in dem erfindungsgemäßen Übertragungsverfahren; und
- 20 Figs. 4 und 5 Knoten für ein optisches Netzwerk gemäß der Erfindung.

Die Figs. 1 und 2 sind bereits weiter oben behandelt worden.

- 25 Ein optisches Netzwerk, in dem die vorliegende Erfindung anwendbar ist, kann z.B. die in Fig. 1 schematisch gezeigte Topologie haben.

- 30 Die Knoten des Netzwerks enthalten jeweils eine optische Schaltstation mit der in Fig. 3 dargestellten Struktur. Da diese Struktur der der in Fig. 2 gezeigten Schaltstation ähnlich ist, sollen im fol-

genden hauptsächlich die Unterschiede zwischen beiden behandelt werden.

Die Demultiplexer D1, D2 und Multiplexer M1, M2 unterscheiden sich nicht von denen der Schaltstation aus Fig. 2; entsprechend der Zahl der mit Fernleitungen verbindbaren Ein- und Ausgangsanschlüsse I1, I2, O1, O2, der Schaltstation kann selbstverständlich eine größere Zahl von ihnen vorhanden sein, als in der Fig. gezeigt.

Die Ausgänge der Demultiplexer D1, D2 sind jeweils direkt mit einer ersten Gruppe von Eingängen i1, i2, ... von Schaltmatrizen S1, S2, ..., SN verbunden, von denen jede eine der Wellenlängen λ_1 , λ_2 , ..., λ_N des in dem Netzwerk übertragenen Wellenlängenmultiplex verarbeitet. Entsprechend ist eine erste Gruppe von Ausgängen O1, O2, ... der Schaltmatrizen jeweils mit Eingängen der Multiplexer M1, M2 verbunden. Da die einzelnen Informationssignale zwischen den Demultiplexern D1, D2 und den Schaltmatrizen keine Leistungsteiler durchlaufen, erreichen sie die Multiplexer M1, M2 und schließlich die Ausgangsanschlüsse O1 bzw. O2 mit geringen Leistungsverlusten. Ein Informationssignal kann daher die Schaltstationen mehrerer aufeinanderfolgender Knoten durchlaufen, ohne dass eine Nachverstärkung erforderlich ist.

Die Schaltmatrizen S1, S2, ..., SN weisen ferner eine zweite Gruppe von Ein- und Ausgängen i'1, ..., o'1, ... für Abzweig-Datenverkehr auf, die jeweils mit einem Transponder verbunden sind. In der Fig. sind zwei solche Transponder T1, T2 dargestellt,

die mit den Schaltmatrizen S1, S2 verbunden sind; es versteht sich jedoch, dass jede Schaltmatrix mehrere Ein- und Ausgänge i'1, ..., o'1, ... für Abzweig-Datenverkehr mit jeweils einem daran angeschlossenen Transponder aufweisen kann. Jeder
5 Transponder kann vereinfacht aufgefasst werden als ein Paar von Signalwandlern CI, CO, von denen der Eingangs-Signalwandler CI mit einem Eingangsanschluss AD11, AD12, ... für eine Abzweigung
10 verbunden ist, um ein von einem Sender kommendes Informationssignal beliebiger, elektrischer oder optischer, Art in ein optisches Signal mit zu der Schaltmatrix, an die der Transponder angeschlossen ist, passender Wellenlänge umzusetzen. Der Aus-
15 gangs-Signalwandler CO, der jeweils mit einem Ausgangsanschluss ADO1, ADO2 für eine Abzweigung verbunden ist, nimmt eine entgegengesetzte Wandlung vor.

20 Die Eingangs-Signalwandler CI können monochromatisch, d.h. zur Erzeugung eines optischen Signals mit einer festen Trägerwellenlänge geeignet, oder polychromatisch, d.h. zur Erzeugung von Signalen mit mehreren unterschiedlichen Trägerwellenlängen
25 geeignet, sein.

Fig. 4 zeigt einen Netzknoten mit einer Schaltstation gemäß Fig. 3, bei der die Eingangs-Signalwandler CI der Transponder T1, T2, ... monochromatisch sind. Die Schaltstation ist in der Fig. von einem gestrichelten Rahmen umgeben. Der Knoten hat
30 eine Mehrzahl von Eingängen IA zum Einspeisen eines von einem Sender über eine Abzweigung kommenden Informationssignals. Dieses Signal kann optisch

oder elektrisch sein. In der Fig. ist der Übersichtlichkeit halber nur ein solcher Eingang IA dargestellt. An diesen Eingang IA sind zwei Eingänge von Eingangsabzweig-Schaltmatrizen SA1, SA2 über
5 einen Signalteiler DIV angeschlossen. Der Signalteiler ist im Falle eines elektrischen Signals eine einfache Leitungsverzweigung, im Falle eines optischen Signals ein Leistungsteiler, der die Leistung des eintreffenden Signals jeweils hälftig den
10 zwei Schaltmatrizen zuführt.

Jeder dieser Schaltmatrizen SA1, SA2 ist eine Gruppe von Wellenlängen des Multiplex zugeordnet, z.B. kann angenommen werden, dass der Matrix SA1 jeweils
15 die Wellenlängen $\lambda_1, \lambda_3, \dots$ mit ungeradzahligem Index und der Matrix SA2 die Wellenlängen $\lambda_2, \lambda_4, \dots$ mit geradzahligem Index zugeordnet sind. Die Ausgänge der Matrizen SA1 und SA2 sind jeweils mit den Eingängen derjenigen unter den Transpondern T1,
20 T2, ... verbunden, deren Eingangs-Signalwandler CI optische Signale mit den entsprechenden Trägerwellenlängen liefern. D.h. der Transponder T1, dessen Eingangswandler CI die Trägerwellenlänge λ_1 hat, ist an SA1 angeschlossen und der Transponder T2 mit
25 Trägerwellenlänge λ_2 an SA2.

In analoger Weise sind die Ausgangs-Signalwandler CO aller Transponder einer gleichen Gruppe mit einer gleichen Ausgangs-Abzweigschaltmatrix SD1 bzw.
30 SD2 verbunden, und je ein Ausgang der Matrix SD1 und der Matrix SD2 sind über einen Monitor MON und einen Schalter SW auf einen gemeinsamen Ausgang OD des Knotens zusammengeführt, der zu einem Empfänger führt.

Ein am Eingang IA eingespeistes Informationssignal wird über den Signalteiler DIV und die zwei Eingangs-Abzweigschaltmatrizen SA1, SA2 an zwei Transponder, wie die Transponder T1, T2, weitergegeben, die den zwei verschiedenen Gruppen angehören. Welche zwei Transponder von den Matrizen SA1, SA2 mit dem Eingang IAD verbunden werden, wird von einer Steuereinheit CU festgelegt. Die gleiche Steuereinheit CU legt auch fest, an welchen der Ausgangsanschlüsse O1, O2, ... die zwei von den betreffenden Transpondern T1, T2 erzeugten optischen Nachrichtensignale vermittelt werden. Die Steuereinheit CU kann autonom arbeiten, d.h. sie entscheidet ohne Unterstützung durch eine zentrale Instanz des Netzwerks anhand von in den Nachrichtensignalen enthaltener Leitweginformation darüber, an welchen Ausgangsanschluss und mit welcher Wellenlänge ein eintreffendes Informationssignal weitergegeben wird. Nicht autonome Arbeitsweise der Steuereinheit, bei der eine zentrale Instanz den Ausgangsanschluss und die Ausgangswellenlänge für ein Nachrichtensignal vergibt, wird an späterer Stelle behandelt.

Die gleiche Steuereinheit CU dient auch dazu, an verschiedenen Eingangsanschlüssen I1, I2 eintreffende Informationssignale mit gleichem Informationsinhalt, die für einen an den Ausgang OD angeschlossenen Empfänger bestimmt sind, durch entsprechende Steuerung der Schaltmatrizen S1, ..., SN auf die Ausgangs-Signalwandler CO der Transponder zu leiten und über die Matrizen SD1, SD2 auf den diesem Ausgang OD zugeordneten Monitor MON und Schalter SW zusammenzuführen. Der Monitor MON und der

Schalter SW dienen, wie oben bereits beschrieben, dazu, eine Störung in der Übertragung der zwei Informationssignale zu erkennen und das jeweils ungestörte am Ausgang OD auszugeben.

5

Der Fall, dass die Eingangs-Signalwandler CI polychromatisch sind, ist in Fig. 5 betrachtet. Hier sind die Eingangs-Signalwandler CI von jeweils zwei Transpondern T1, T2 über einen Signalteiler DIV mit einem gemeinsamen Eingangsanschluss IA zum Einspeisen eines Abzweig-Datenverkehrssignals verbunden. Eine Steuereinheit entsprechend der in Verbindung mit Fig. 4 erwähnten Steuereinheit CU steuert den Eingangs-Signalwandler CI an, um die Trägerwellenlänge des von ihm erzeugten optischen Signals festzulegen. Um sicherzustellen, dass das von einem Transponder gelieferte Signal jeweils derjenigen der Schaltmatrizen S1, ..., SN zugeführt werden kann, der die Wellenlänge des Signals zugeordnet ist, ist zwischen jedem Eingangs-Signalwandler CI eines Transponders und den Schaltmatrizen S1, ..., SN ein Demultiplexer DA1, DA2, ... angeordnet. Multiplexer MD1, MD2 verbinden jeweils einen von mehreren Ausgängen o'1, ... der zweiten Gruppe der Schaltmatrizen S1, ..., SN mit dem Ausgangs-Signalwandler CO eines Transponders T1, T2. Die Ausgänge der Ausgangs-Signalwandler CO sind, wie im Falle der Fig. 4, über einen Monitor MON und einen Schalter SW auf einen gemeinsamen, zu einem Empfänger führenden Ausgang OD zusammengeführt.

10
15
20
25
30

Ein Beispiel für ein Verfahren zur Informationsübertragung in einem Netzwerk mit autonom arbeitenden Knoten, die jeweils eine Schaltstation wie in

Fig. 3 gezeigt enthalten, oder wie in Fig. 4 oder 5 gezeigt aufgebaut sind, wird im folgenden beschrieben.

5 Ein erster Schritt dieses Verfahrens ist, ein von einem Sender kommendes Informationssignal Eingängen i'1 der zweiten Gruppe von zweien der Schaltmatrizen S1, S2, ..., SN zuzuführen, denen unterschiedliche Trägerwellenlängen zugeordnet sind.

10

Bei der Ausgestaltung der Fig. 4 geschieht dies, indem die Steuereinheit CU für das Informationssignal jeweils einen Weg durch die Schaltmatrix SA1 und die Schaltmatrix SA2 zu einem Transponder für 15 die gewünschte Trägerwellenlänge festlegt. Die monochromatischen Transponder sind mit jeweils derjenigen der Schaltmatrizen S1, ..., SN fest verbunden, die die vom Transponder gelieferte Trägerwellenlänge verarbeitet.

20

Bei der Ausgestaltung der Fig. 5 geschieht dies, indem die Steuereinheit für jeden der Transponder T1, T2 die Trägerwellenlänge festlegt, auf die dieser das vom Sender kommende Nachrichtensignal modulieren soll. Entsprechend der festgelegten Trägerwellenlänge werden die zwei erhaltenen inhaltsgleichen Nachrichtensignale über die Demultiplexer DA1 bzw. DA2 an die entsprechenden Schaltmatrizen S1, ..., SN weitergeleitet. Dabei müssen nicht alle 25 Eingangs-Signalwandler CI in der Lage sein, alle Wellenlängen des Multiplex zu erzeugen; es genügt, wenn von den mit dem gemeinsamen Eingang IA verbundenen Eingangs-Signalwandlern CI der Transponder T1, T2 einer in der Lage ist, Wellenlängen einer 30

ersten Gruppe des Multiplex zu erzeugen und der zweite in der Lage ist, die Wellenlängen einer zweiten Gruppe zu erzeugen, wobei die Gruppen keine gemeinsamen Wellenlängen enthalten.

5

In einem zweiten Schritt werden die zwei Informationssignale über die Schaltmatrizen S_1, \dots, S_N an verschiedene Ausgangsanschlüsse O_1, O_2 weitergeleitet und so an jeweils verschiedene weitere Knoten des Netzwerks übertragen.

10

Jeder dieser Knoten enthält eine Schaltstation mit der in Fig. 3 gezeigten Struktur. Wenn an einem der Eingangsanschlüsse I_1, I_2, \dots einer solchen Schaltstation ein Informationssignal mit der Wellenlänge $\lambda_n, n = 1, 2, \dots, N$ eintrifft, ermittelt die Steuereinheit CU der Schaltstation zunächst, an welchen der Ausgangsanschlüsse O_1, O_2, \dots das Signal weiterzuleiten ist. Wenn an diesem Ausgangsanschluss die Trägerwellenlänge λ_n frei ist, kann das Signal über die entsprechende Schaltmatrix λ_n unmittelbar an den Ausgangsanschluss weitergeleitet werden, und die Verarbeitung durch die Schaltstation ist beendet.

25

Ist die Wellenlänge λ_n am gewünschten Ausgangsanschluss nicht frei, so wird das betreffende Nachrichtensignal zu einem der Transponder T_1, T_2, \dots abgezweigt. Gleichzeitig stellt die Steuereinheit CU eine Verbindung zwischen dem Ausgangs-Signalwandler CO dieses Transponders und dem Eingangs-Signalwandler CI eines zweiten Transponders her, der in der Lage ist, das Nachrichtensignal mit einer veränderten Frequenz λ_n' wieder einzuspeisen,

30

die auf dem gewünschten Ausgang frei ist. Die Wellenlänge λ_n wird dabei aus der gleichen Gruppe gewählt, der auch die Wellenlänge λ_n angehört. Da die Wellenlängen der zwei am Anfangsknoten in das Netzwerk eingespeisten Informationssignale verschiedenen Gruppen angehören, ist so ausgeschlossen, dass die Wellenlängen der zwei Nachrichtensignale im Laufe ihrer Übertragung im Netzwerk gleich werden.

10 So treffen die zwei Informationssignale auf unterschiedlichen Wegen und mit verschiedenen Wellenlängen an einem Zielknoten ein, an dem sie abgezweigt werden müssen, um einem einen Abzweig-Datenverkehr-Ausgang OD dieses Knotens angeschlossenen Empfänger
15 zugeführt zu werden. Zu diesem Zweck steuert die Steuereinheit CU des Zielknotens im Falle der Fig. 4 die Abzweig-Schaltmatrizen SO1, SO2 Abzweig-Multiplexer MD1, MD2, die mit einem gleichen Abzweig-Ausgangsanschluss OD verbunden sind, so an,
20 dass diese die zwei Informationssignale durchlassen.

Anstatt die Wellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ des Multiplex in zwei Gruppen zu unterteilen und an jedem zwischen Anfangs- und Zielknoten durchlaufenen Knoten
25 des Netzes eine Wellenlängenänderung eines übertragenen Informationssignals innerhalb der Wellenlängen seiner Gruppe zuzulassen, wäre es theoretisch auch denkbar, keinerlei Wellenlängenänderungen zuzulassen.
30

Eine andere Möglichkeit ist, nur für eines der zwei Signale die Wellenlänge festzuhalten und für das andere Singalwellenlängenänderungen zu jeder Wel-

lenlänge mit Ausnahme der des einen Signals zuzulassen. Dies würde allerdings erforderlich machen, dass bei der Signalisierung innerhalb des Netzwerks zwischen den zwei Signalen differenziert wird und
5 zusammen mit dem anderen Signal eine Steuerinformation übertragen wird, die die Wellenlänge des einen identifiziert.

Wenn die Knoten nicht autonom sind, sondern das
10 Netz eine (nicht dargestellte) zentrale Instanz aufweist, die für jede aufzubauende Übertragungsverbindung den Leitweg vom Anfangs- zum Zielknoten einschließlich der zwischen den einzelnen Knoten zu verwendenden Wellenlängen festlegt, kann die Unter-
15 teilung des Multiplex in die zwei Gruppen entfallen. Da die zentrale Instanz sämtliche Knoten kennt, über die die Nachrichtensignale laufen, weiß sie auch, welches der letzte intermediäre Knoten des Arbeits- bzw. des Schutzsignals ist. Es genügt
20 daher, wenn sie diese zwei Knoten anweist, diese Signale mit von ihr festgelegten, unterschiedlichen Wellenlängen an den Zielknoten zu senden. Auf dem Weg der Signale vom Anfangsknoten bis zum letzten intermediären Knoten kann die Wellenlänge völlig
25 frei je nach Verfügbarkeit an den Knoten festgelegt werden.

G. 81656

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Übertragen von Information in einem optischen Netzwerk mit einer Mehrzahl von Knoten, die jeweils eine wellenlängenselektive optische Schaltstation mit einer Mehrzahl von Schaltmatrizen (S1, ..., SN) enthalten, wobei jede Schaltmatrix (S1, ..., SN) zum Schalten von optischen Informationssignalen einer für die Schaltmatrix spezifischen Wellenlänge vorgesehen ist, mit den Schritten:

10

15 Anlegen von Informationssignalen mit gleichem Informationsinhalt aber unterschiedlichen Wellenlängen an jeweils einen Eingang von für diese Wellenlängen vorgesehenen Schaltmatrizen (S1, ..., SN) einer Start-Schaltstation,

20

 Übertragen der Informationssignale an eine Ziel-Schaltstation,

25

 Abgreifen der Informationssignale an Ausgängen verschiedener, für verschiedene Wellenlängen vorgesehener Schaltmatrizen (S1, ..., SN) der Ziel-Schaltstation.

30

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Informationssignale zwischen Start- und Ziel-Schaltstation über jeweils verschiedene intermediäre Schaltstationen geleitet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Informationssignale ihre Wellenlängen bei der Übertragung zwischen Start- und Ziel-Schaltstation beibehalten.
- 5 4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenlänge wenigstens eines der Informationssignale an einer intermediären Schaltstation verändert wird.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Leitwege der Informationssignale gemeinsam von einer zentralen Instanz festgelegt werden, wobei die zentrale Instanz für die Übertragung zwischen einer letzten intermediären Schaltstation und einer Ziel-Schaltstation unterschiedliche Wellenlängen wählt.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem optischen Netzwerk übertragbaren Wellenlängen ($\lambda_1, \dots, \lambda_N$) in mehrere Gruppen unterteilt sind, dass die Wellenlängen der an die Eingänge der Anfangs-Schaltstation (S_1, \dots, S_N) angelegten Informationssignale mit gleichem Informationsinhalt jeweils aus verschiedenen Gruppen gewählt werden, und dass jede Wellenlängenänderung eines der Informationssignale an einer der intermediären Schaltstationen zwischen Wellenlängen einer gleichen Gruppe stattfindet.
- 20 7. Knoten für ein optisches Netzwerk, mit einer wellenlängenselektiven optischen Schaltstation.
- 25
- 30

on, die eine Mehrzahl von Anschlüssen für optische Wellenlängenmultiplexleitungen (I1, I2, O1, O2) und eine Mehrzahl von Schaltmatrizen (S1, ..., SN) umfasst, wobei jede Schaltmatrix (S1, ..., SN) zum Schalten von optischen Informationssignalen einer für die Schaltmatrix spezifischen Wellenlänge vorgesehen ist und eine Mehrzahl von Anschlüssen (i'1, ... o'1, ...) für Abzweigdatenverkehr aufweist, gekennzeichnet durch einen Signalteiler (DIV) zum Verteilen eines eintreffenden Abzweig-Informationssignals auf Eingangsanschlüsse (i'1) für Abzweigdatenverkehr von für verschiedene Wellenlängen vorgesehenen Schaltmatrizen (S1, ..., SN).

8. Knoten nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Signalteiler (DIV) ein optischer Signalteiler ist.

9. Knoten nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Signalteiler (DIV) ein elektrischer Signalteiler ist, und dass zwischen den Signalteilver und den mit ihm verbundenen Eingangsanschlüssen (i'1) für Abzweigdatenverkehr jeweils ein elektrisch-optischer Wandler angebracht ist.

9. Knoten für ein optisches Netzwerk, mit einer wellenlängenselektiven optischen Schaltstation, die eine Mehrzahl von Anschlüssen für optische Wellenlängenmultiplexleitungen (I1, I2, O1, O2) und eine Mehrzahl von Schaltmatrizen (S1, ..., SN) umfasst, wobei jede Schaltmatrix

- (S1, ..., SN) zum Schalten von optischen Informationssignalen einer für die Schaltmatrix spezifischen Wellenlänge vorgesehen ist und eine Mehrzahl von Anschlüssen ($i'1$, ... $o'1$, ...) für Abzweigdatenverkehr aufweist, gekennzeichnet durch einen Selektor (SW) zum Auswählen eines von dem Knoten auszugebenden Abzweig-Informationssignals unter Ausgangsanschlüssen für Abzweigdatenverkehr von für verschiedene Wellenlängen vorgesehenen Schaltmatrizen (S1, ..., SN).
- 5
- 10
10. Knoten nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Selektor (SW) ein optischer Schalter ist.
- 15
11. Knoten nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Selektor (SW) ein optischer Schalter ist, und dass zwischen den Schalter und den mit ihm verbundenen Ausgangsanschlüssen ein optisch-elektrischer Wandler angeordnet ist.
- 20

G. 81656

Zusammenfassung

- 5 In einem optischen Netzwerk mit einer Mehrzahl von Knoten, die jeweils eine wellenlängenselektive optische Schaltstation mit einer Mehrzahl von Schaltmatrizen enthalten, wobei jede Schaltmatrix zum Schalten von optischen Informationssignalen einer für die Schaltmatrix spezifischen Wellenlänge vorgesehen ist, wird Information übertragen, indem:
- 10 Informationssignale mit gleichem Informationsinhalt aber unterschiedlichen Wellenlängen an jeweils einen Eingang von für diese Wellenlängen vorgesehenen Schaltmatrizen einer Start-Schaltstation angelegt werden,
- 15 die Informationssignale an eine Ziel-Schaltstation übertragen werden, und
- 20 die Informationssignale an Ausgängen verschiedener, für verschiedene Wellenlängen vorgesehener Schaltmatrizen der Ziel-Schaltstation abgegriffen werden.

Fig. 1

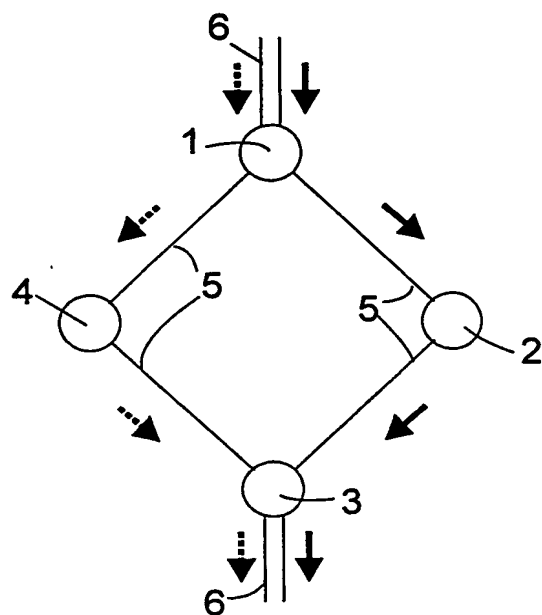


Fig. 2

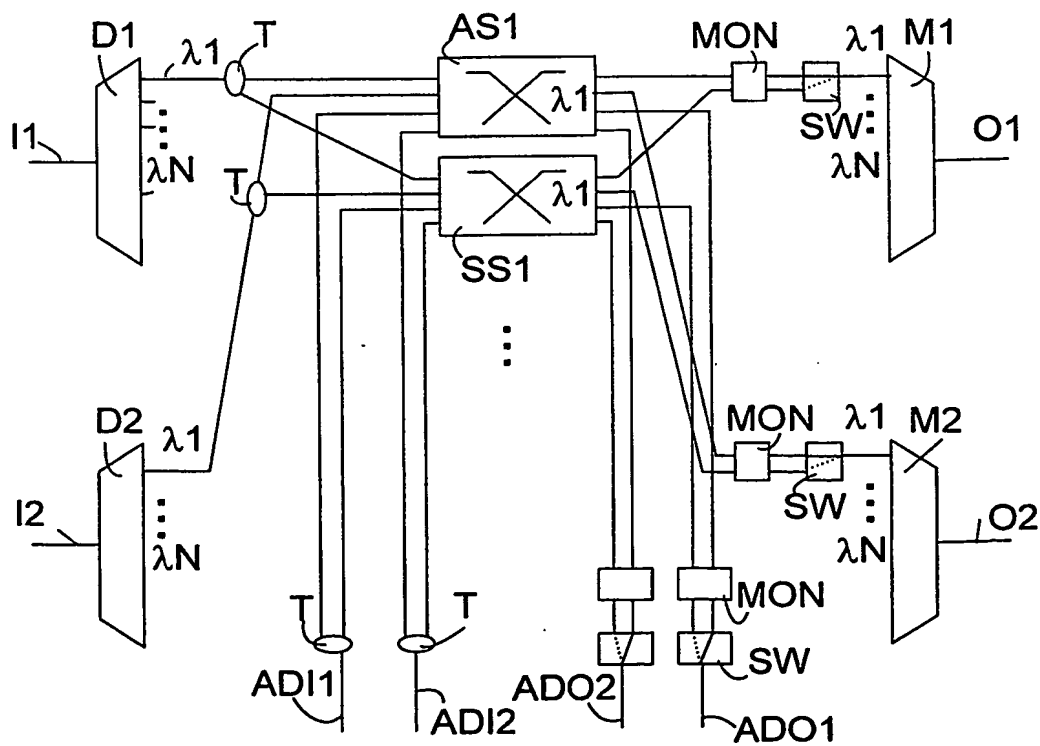


Fig. 3

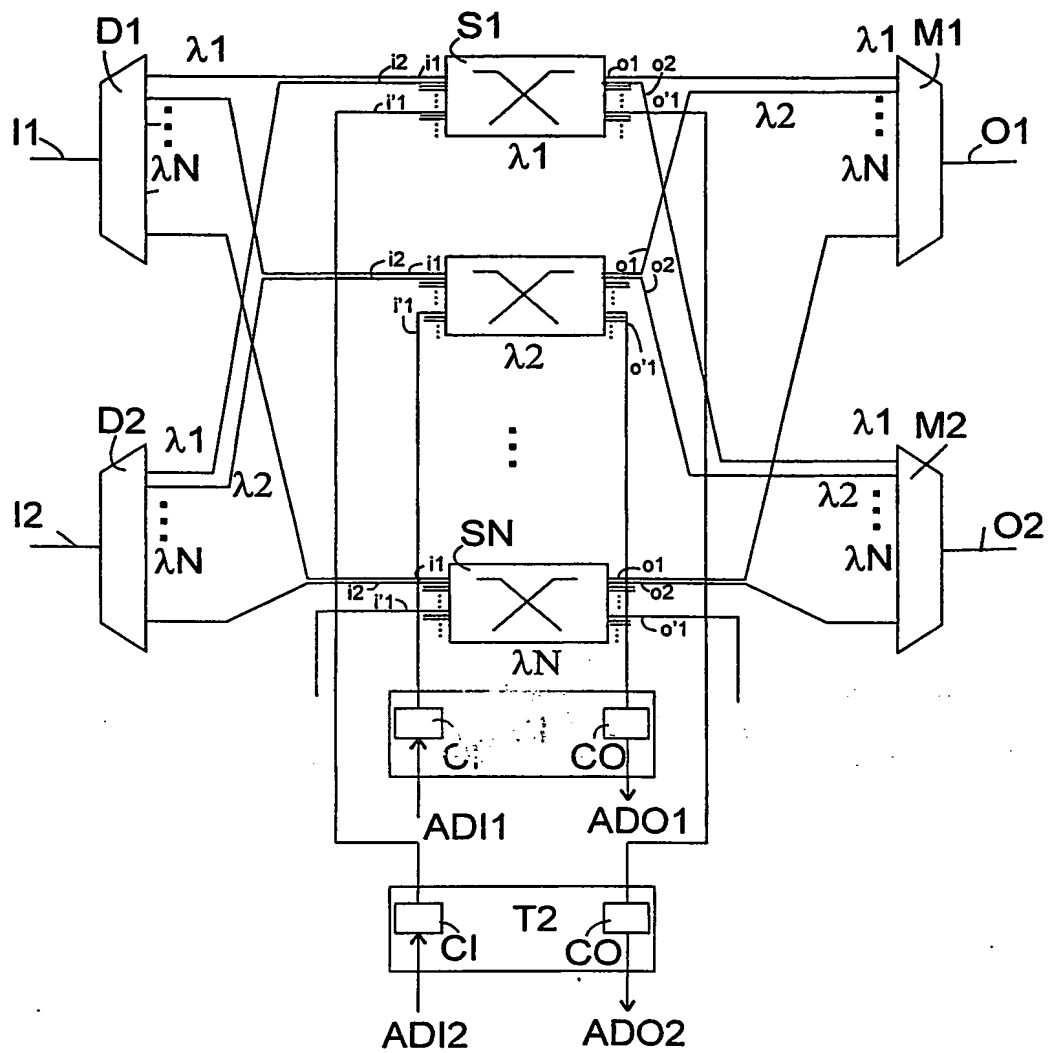


Fig. 4

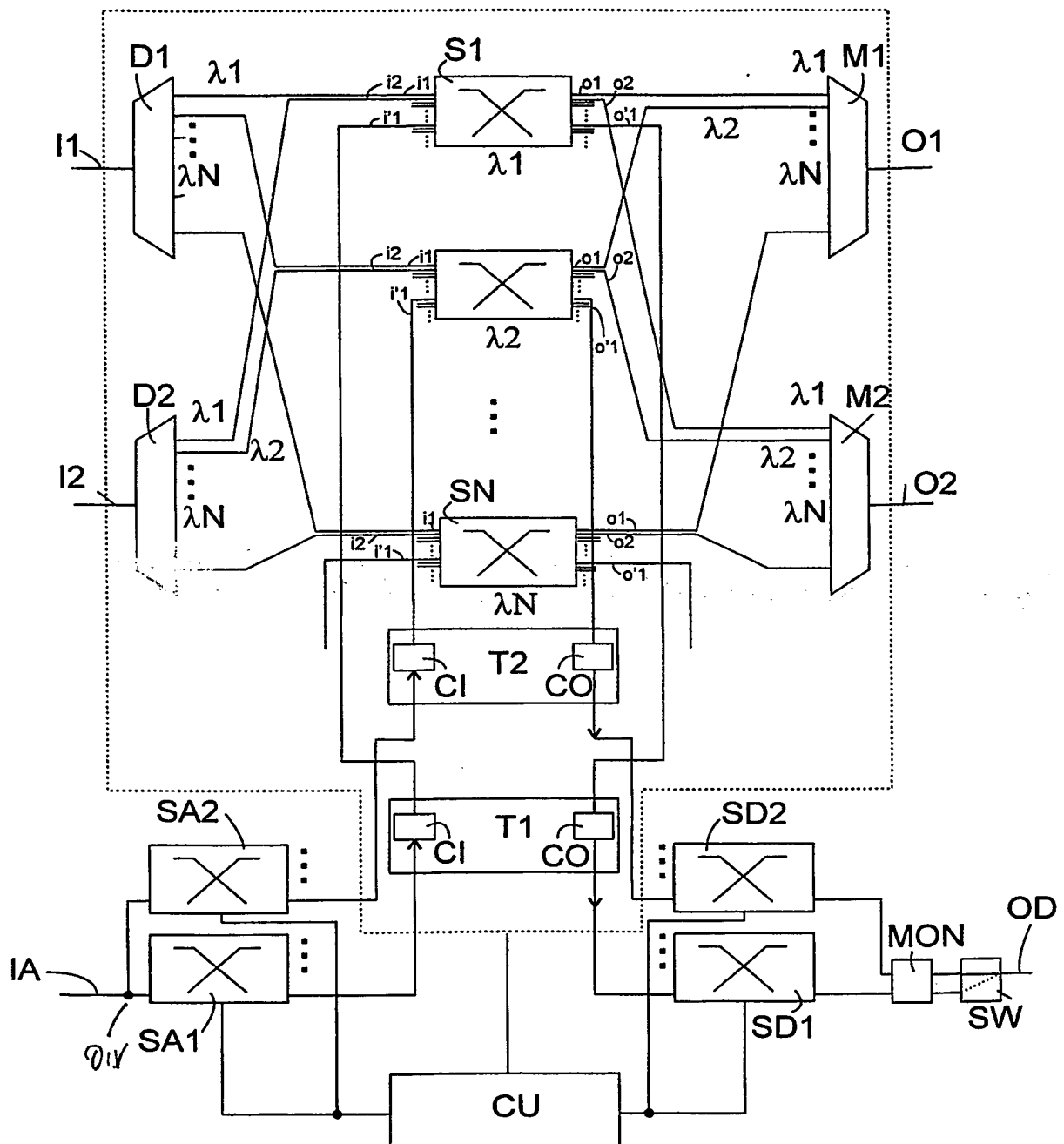


Fig. 5

